

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Kekuatan tarik terhadap serat dari alam dapat ditingkatkan melalui dua metode seperti pemberian alkali terhadap serat (Gibson, 1994). Akan tetapi perlakuan alkali pada serat alam pada umumnya menggunakan larutan kimia seperti NaOH, Dikarena harganya yang relatif murah.

Seperti penelitian sebelumnya oleh Rachmat, salim (2016). bahwa serat kenaf yang akan dipergunakan sebagai penguat komposit terlebih dahulu diberi perlakuan alkali (NaOH). Diperoleh kekuatan tarik dengan perlakuan alkali sebesar 23,49 MPa jika dibandingkan tanpa perlakuan alkali sebesar 19,49 Mpa.

Raharjo, Samsudi (2012), meneliti tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap kekuatan tarik berpenguat serat rambut manusia pada komposit matrik epoxy dengan penambahan 40% berat. Perlakuan alkali (NaOH) dilakukan dengan perendaman potongan rambut manusia kedalam larutan NaOH 5% dengan variasi waktu 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit. Data yang didapat dari penelitian tersebut bahwa dengan melakukan perendaman rambut kedalam larutan NaOH 5% mengalami peningkatan kekuatan tarik yang optimum sebesar 28,862 Mpa jika dibandingkan dengan tanpa perendaman kedalam larutan NaOH 5% sebesar 25,038 Mpa.

Firman (2014) telah melakukan penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Larutan Alkali pada Kekuatan Tarik Serat Tandan Kosong

Kelapa Sawit”. Perlakuan alkali (NaOH) dilakukan dengan perendaman serat tandan kosong kelapa sawit kedalam larutan NaOH 5% dengan waktu perendaman selama 2, 4 dan 6 jam. Hasil penelitian tersebut diperoleh kekuatan tarik pada serat TKKS dengan perlakuan alkali memiliki nilai rata-rata sebesar 0,032927 Mpa sedangkan kekuatan tarik pada serat TKKS dengan tanpa adanya perlakuan alkali memiliki nilai rata-rata sebesar 0,017247 Mpa.

2.2 Material Komposit

2.2.1 Definisi Komposit

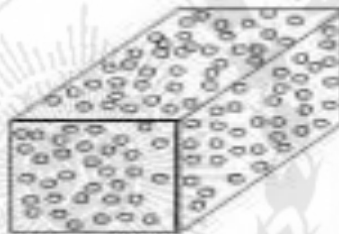
Material komposit merupakan suatu bahan yang terbentuk dari gabungan dua ataupun lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan komposisi material yang dasarnya tidak dapat dipisahkan. Kelebihan komposisi dari logam yaitu ketahanannya terhadap korosi ataupun pengaruh lingkungan bebas dan untuk jenis komposit tertentu mempunyai kekuatan dan kekakuan yang lebih baik.

Keuntungan lain dari penggunaan komposit sendiri yaitu bobotnya yang ringan serta memiliki kekuatan dan kekakuan yang baik, proses pembuatan lebih murah, umur pemakaian yang lama dan tahan terhadap korosi. Hal demikian harus diperhatikan karena pada komposit yang diperkuat serat alam mampu membentuk hasil yang lebih baik, disamping itu juga harus ada ikatan permukaan yang lebih kuat serat dan matriks. (Djaprie, 1991:592)

Menurut *Schwartz* (1984), dalam bukunya *Composite Material Handbook* bentuk material dan penyusunnya material komposit dapat dibedakan menjadi lima jenis, antara lain :

1. Komposit Partikel (*particulate composite*)

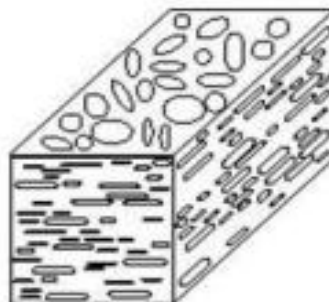
Komposit partikel merupakan material komposit yang menggunakan partikel serbuk dan butiran sebagai penguatnya dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. Komposit partikel yang sering banyak digunakan sebagai bahan baku dalam industri. Proses produksi yang sangat mudah menjadikan salah satu pertimbangan material komposit diproduksi secara massal.



Gambar 2.1 Komposit Partikel (*Schwartz, 1984*)

2. Komposit Serpih (*flake composite*)

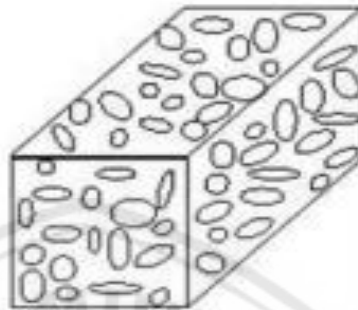
Komposit serpih merupakan material komposit dengan penambahan material berupa serpih (*flake*) ke dalam matriksnya. Contoh komposit serpih yaitu serpihan mika dan metal (*Schwartz, 1984*).



Gambar 2.2 Komposit Partikel Serpih (*Flake*) (*Schwartz, 1984*)

3. Komposit Sketal (*filled composites*)

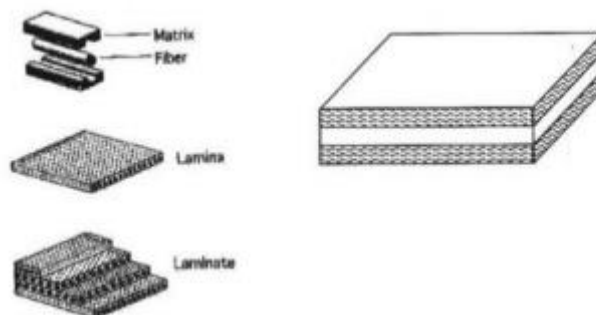
Komposit sketal merupakan komposit dengan menambahkan material yang mengandung partikel ke dalam matriknya dengan struktur tiga dimensi (Schwartz, 1984).



Gambar 2.3 Komposit Sketal (*Filled*) (Schwartz, 1984)

4. Komposit Lapis (*Laminate Composite*)

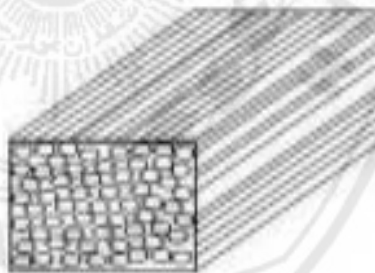
Komposit lapisan merupakan jenis komposit yang tersusun atas dua atau lebih lapisan yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisnya mempunyai karakteristik sifat tersendiri. Contoh komposit lapis adalah bimetal, pelapisan logam, kaca yang dilapisi, dan komposit lapis serat. Komposit lapis serat ini merupakan yang sering digunakan dalam lingkup teknologi otomotif maupun industri.



Gambar 2.4 Komposit Lapis (Schwartz, 1984)

5. Komposit Serat (*fibrous composite*)

Unsur utama dalam komposit ini berupa serat yang memiliki banyak kelebihan oleh karena itu material komposit serat yang paling sering digunakan. Pada umumnya serat jauh lebih kuat dan kaku dibanding matriknya, sifat dan kandungan seratnya akan sangat menentukan sifat komposit yang dihasilkan. Komposit serat merupakan jenis komposit yang paling banyak digunakan untuk struktur. Hal ini disebabkan karena serat lebih kuat dari pada penguat partikel. Komposit serat terdiri dari serat sebagai bahan penguat dan matrik sebagai bahan pengikat, pengisi volume dan pelindung serat-serat untuk mendistribusikan gaya atau beban antara serat-serat. Kekuatan komposit serat ditentukan oleh aktifitas ikatan kimia atau ikatan mekaniknya. Ikatan yang kurang baik antara serat dan matrik dapat menyebabkan kegagalan (*Schwartz, 1984*).



Gambar 2.5 Komposit Serat (*fibrous composite*) (*Schwartz, 1984*)

Dalam penelitian ini, bentuk dan penyusunnya yang digunakan adalah bahan komposit serat (*fiber composite*), komposit serat memiliki kekuatan dan kekakuan yang lebih baik.

2.2.2 Bahan Penyusun Komposit

Seperti yang sudah diketahui bahwa komposit adalah campuran antara dua jenis material ataupun lebih dengan sifat berbeda-beda. Dari gabungan

tersebut dapat menghasilkan suatu bahan yang lebih baik dari material sebelumnya.

Pada umumnya bahan komposit terdiri dari dua unsur penyusun komposit sebagai berikut, yaitu:

1. Resin

Resin merupakan bahan yang mengikat serat dalam komposit. Resin memiliki viskositas yang sangat rendah dan akan mengeras apabila terjadi polimerisasi. resin mempunyai fungsi sebagai pengikat antara suatu bahan yang satu dengan yang lain sehingga membentuk ikatan yang kuat.

Matrik atau resin dalam pembentukan komposit berfungsi sebagai untuk mengikat serat menjadi sebuah paduan, melindungi dari kerusakan dari luar, dan memindahkan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matrik, sehingga matrik dan serat memiliki ikatan yang bagus. Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara serat dan matrik, selain itu matrik juga harus memiliki kecocokan secara kimia supaya reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi pada permukaan kontak antara keduanya. Untuk pemilihan matrik harus memerhatikan sifat-sifatnya yaitu tahan panas, tahan cuaca, dan tahan terhadap guncangan yang biasanya dapat menjadi pertimbangan untuk pemilihan material matrik. Bahan polimer yang sering digunakan sebagai material matrik dalam pembuatan komposit mempunyai dua macam yaitu termoplastik dan termoset. Komposit serat harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik

berinteraksi dan akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matrik dan serat. Hal yang dapat mempengaruhi ikatan antara serat dan matriks yaitu adanya *void* yang menyebabkan matrik tidak dapat mengisi ruang kosong pada cetakan. Apabila komposit tersebut dapat menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah pada daerah *void* sehingga dapat mengurangi kekuatan komposit tersebut. Pada uji tarik terhadap komposit berpenguat serat alam dapat mengakibatkan lepasnya serat dari matrik karena disebabkan oleh ikatan permukaan antara serat dan matrik kurang besar.

Pada umumnya resin terbuat dari bahan-bahan yang lunak dan liat. Polimer merupakan bahan yang sering digunakan. resin pada umumnya dipilih atas kemampuannya karena dapat menahan panas. Polyester, vinilester dan epoxy merupakan bahan polimer yang sering digunakan sebagai bahan resin.

Syarat yang harus terpenuhi dalam bahan matrik untuk pembuatan komposit yaitu:

1. Resin yang digunakan harus memiliki viskositas rendah, sesuai dengan bahan penguat dan permeable.
2. Dapat diukur pada temperatur kamar dalam waktu yang optimal.
3. Memiliki penyusutan yang kecil pada pengawetan.
4. Memiliki kelengketan yang baik terhadap bahan penguat.
5. Memiliki sifat yang bagus dari bahan yang diawetkan.

Diharjo (1999), bahan matrik yang banyak digunakan dalam komposit adalah:

a. Polimer

Polimer adalah bahan matrik yang paling banyak digunakan.

Adapun jenis polimer antara lain:

1. Thermoset merupakan resin yang tidak bisa berubah karena panas contoh: epoxy, polyester dan phenolic.
2. Termoplastik merupakan resin yang dapat dilunakkan terus menerus dengan pemanasan atau dikeraskan dengan pendingin serta bisa berubah karena panas contoh polyamide, nylon, polysurface dan polyether.

b. Keramik

Pembuatan komposit dengan bahan keramik yaitu keramik dituangkan pada serat yang telah diatur orientasinya dan merupakan matrik yang tahan pada temperatur tinggi, contoh SiC dan SiN yang sampai tahan pada temperatur 165⁰ C.

c. Karet

Karet merupakan polimer bersistem *cross linked* yang memiliki kondisi semi kristalin dibawah temperatur kamar.

d. Matrik Karbon

serat yang dicampurkan dengan karbon menjadi karbonisasi. Pemilihan matrik harus didasarkan pada kemampuan elongisasi saat patah yang lebih besar dibandingkan dengan *filler*. Selain itu juga perlunya diperhatikan berat jenis, viskositas, kemampuan membasahi *filler*, tekanan, penyusunan serta void.

2. Serat (*Fiber*)

Salah satu bagian utama dari terbentuknya komposit adalah serat. Serat mempunyai fungsi sebagai penahan beban utama dalam material komposit. Penguat yang sering digunakan pada polimer, baik yang termoplastik maupun termosetting pada umumnya dalam bentuk serat (*fiber*), benang (*filament*) dan butiran. Sifat mekanik dari komposit banyak ditentukan oleh penguatan serta posisi. Perbandingan antara resin dan penguat merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan sifat struktur komposit. Tetapi tidak lebih dari setengah (50%) dari resin, karena akan menyebabkan kurangnya kerekatan polyester.

Komposit dengan berpenguat serat sangat baik, karena dalam bentuk serat jauh lebih kuat dan kaku jika dibandingkan dengan bahan yang sama dalam bentuk padat (*bulk*). Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil. Ukurannya yang sangat kecil dapat menghilangkan kecacatan dan ketidaksempurnaan serat, sehingga kekuatannya sangat baik.

Serat yang digunakan dalam penguat komposit ada dua macam yaitu:

a. Serat buatan, terdiri dari:

1. Serat regenerasi: Rayon viscos (Rayon), Rayon biasa, Serat Polimosik dan Rayon Kuprommonium.
2. Serat semi sintetik: Selulosa, Asetat dan Serat Protein.
3. Serat sintetik: Poliamind (nilon), Polivinil Alkohol (vinilon), Poliviniliden Klorida (viniliden), Polyester, dan Polietilen Polipropilen.

4. Serat anorganik: Serat gelas dan Serat Karbon.
- b. Serat alam, terdiri dari:
 1. Serat binatang: Wol dan Sutra
 2. Serat galian: Asbes
 3. Serat tumbuhan: Kapas, Flaks, Rami, Daun Nanas, Jut, Pisang (Musa Paradisica), Bambu (Giganto Cola), Pinang-Pinangan (Coripha Clata), Pandan (Pandanus Tectorius), dan lain-lain.

Banyak jenis serat antara lain serat alam dan serat sintetis. Serat alam seperti kapas, wol, sutra dan rami sedangkan serat sintetis seperti rayon, akril dan nilon. Komposit dengan penguat serat sangat efektif, karena bahan dalam bentuk serat lebih kuat dan kaku jika dibandingkan dengan bahan bentuk padat. Kekuatan serat terletak pada ukurannya yang sangat kecil. Ukurannya yang sangat kecil dapat menghilangkan kecacatan dan ketidaksempurnaan kristal yang biasa terdapat pada bahan berbentuk padatan besar, sehingga serat menyerupai kristal tunggal yang tanpa cacat, dengan demikian kekuatannya sangat besar.

Untuk bahan penguat material komposit yang akan saya gunakan yaitu serat batang pisang, pemanfaatan bahan alam sebagai bahan material sangat penting agar tidak hanya dibuang begitu saja namun bisa dimanfaatkan lagi sebagai bahan/material yang diinginkan.

2.2.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi Kekuatan Komposit

1. Faktor Matriks

Matrik dalam komposit yang mempunyai fungsi untuk mengikat serat menjadi sebuah susunan yang dapat melindungi kerusakan dari luar dan

meneruskan beban eksternal pada bidang geser antara serat dan matriks, sehingga matriks dan serat memiliki ikatan *interfacial* yang baik.

Pembuatan komposit serat membutuhkan ikatan permukaan yang kuat antara matrik dan serat, selain itu matrik juga harus memiliki kecocokan secara kimia agar reaksi yang tidak diinginkan tidak terjadi antara keduanya. Untuk memilih matrik harus memperhatikan sifat-sifatnya, yaitu seperti tahan panas, tahan cuaca yang buruk dan tahan terhadap goncangan yang biasanya menjadi pertimbangan dalam pemilihan material matrik dan juga kemampuan bertambahnya elongasi saat patah yang lebih besar jika dibandingkan dengan penguat, selain itu juga perlu memperhatikan berat jenis, viskositas, kemampuan membasahi penguat, tekanan dan suhu.

2. Faktor Serat

Serat merupakan bahan pengisi matriks yang dapat digunakan untuk memperbaiki struktur matriks yang tidak dimilikinya dan mampu diharapkan untuk menjadi bahan penguat matriks pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi terhadap komposit.

3. Letak Serat

Didalam pembuatan komposit tata letak dan arah serat dalam matrik akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah serat dapat mempengaruhi performa komposit.

Tata letak dan arah serat dapat diklasifikasikan menjadi 3 bagian antara lain:

1. *One dimensional reinforcement*, memiliki kekuatan dan modulus yang optimum pada arah axis serat
2. *Two dimensional reinforcement*, memiliki kekuatan pada dua arah atau masing-masing arah orientasi serat.
3. *Three dimensional reinforcement*, memiliki sifat *isotropic* kekuatannya lebih baik jika dibandingkan dengan dua jenis lainnya.

Dalam pencampuran serat memiliki beberapa kelebihan yaitu ketika orientasi serat disusun secara acak maka sifat mekanik pada satu arahnya akan berkurang, apabila arah serat menyebar maka kekuatannya juga akan tersebar kesegala arah sehingga kekuatannya akan bertambah.



Gambar 2.6 Orientasi Serat

4. Panjang Serat

Panjang serat sangat mempengaruhi kekuatan tarik dalam komposit. Ada dua jenis serat dalam komposit antara lain serat panjang serta serat pendek. Serat sintetis memiliki panjang dan diameter yang berbeda setiap jenisnya. Oleh sebab itu panjang dan diameter mempengaruhi terhadap kekuatan tarik maupun modulus elastisitas. Pada umumnya, serat panjang lebih mudah dalam penggunaannya bila dibandingkan dengan serat

pendek. Dilihat dari teorinya, serat panjang dapat memindahkan tegangan ke arah serat yang lain. Pada susunan komposit serat yang baik, serat akan bebas tegangan atau mempunyai tegangan yang sama. Selama fabrikasi, beberapa serat akan menerima tegangan yang tinggi dan yang lain mungkin tidak terkena tegangan sehingga keadaan di atas tidak dapat tercapai (Schwartz, 1984). Sedangkan komposit serat pendek, dengan orientasi yang baik akan menghasilkan kekuatan yang lebih besar jika dibandingkan komposit serat.

5. Bentuk Serat

Bentuk serat tidak terlalu mempengaruhi kekuatan tarik terhadap komposit, yang mempengaruhinya yaitu diameter serat. Biasanya semakin kecil diameter serat maka menyebabkan kekuatan komposit menjadi baik. Selain bentuknya kandungan serat dapat mempengaruhi kekuatan terhadap komposit (Schwartz, 1984).

6. Katalis

Banyak sedikitnya katalis yang digunakan pada proses pembuatan komposit dapat mempengaruhi kekuatan yang dihasilkan oleh komposit.

7. Void

Void yang terjadi pada komposit tidak dapat dihindari. Untuk itu sebisa mungkin diminimalisir *void* yang terjadi pada suatu komposit. *Void* yang terjadi dalam matrik tidaklah baik, karena pada bagian tersebut penguat tidak didukung oleh matrik, sedangkan penguat berfungsi memindahkan tegangan ke matrik. Hal seperti ini yang jadi penyebab munculnya *crack*, sehingga terjadi kegagalan lebih dulu. Kekuatan

komposit berpengaruh dengan *void* yaitu semakin banyak *void* pada suatu komposit maka komposit akan semakin rapuh sebaliknya jika sedikit *void* pada suatu komposit maka akan semakin kuat. *Void* juga mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik. Adanya celah pada serat mengakibatkan matrik tidak mampu mengisi ruang yang kosong pada cetakan komposit. Bila komposit tersebut mampu menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit yang dapat mengakibatkan lepasnya serat dalam matrik. Hal ini terjadi karena ikatan *interfacial* antara matrik dan serat yang kurang baik (Schwartz, 1984).

8. Faktor Ikatan antara Fiber Matriks

Komposit serat yang baik harus mampu menyerap matriks yang mempermudah terjadinya dua fase (Schwartz, 1984). Selain itu komposit serat juga harus memiliki kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matriks saling berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Kemampuan ini harus dimiliki oleh matriks dan serat. Selain itu gaya-gaya yang berpengaruh terhadap ikatan antara serat dan matrik diantaranya adalah gaya *Coulombs* dan gaya *adhesi*.

2.2.4 Resin Polyester

Resin *Polyester* termasuk kategori resin termoset. *Polyester* sering dimanfaatkan dalam pengaplikasian konstruksi ringan karena harga yang relatif lebih murah dibanding resin jenis lain dan resin ini memiliki sifat

yang baik. Kelebihan dari matrik polyester yaitu dapat dicampurkan bersama fiber, kestabilan dimensional, mudah penanganannya.

Feldman dan Hartono (1995) secara umum matrik atau resin terbagi menjadi dua jenis yaitu:

1. Termoplastik

Termoplastik adalah suatu zat yang dapat dibuat menjadi lunak kembali jika dipanaskan serta mengeras jika didinginkan sehingga pembuatan dapat dilakukan secara berulang kali karena memiliki susunan yang lurus. Kelebihan termoplastik itu sendiri yaitu bahan termoplastik jika sudah mengeras bisa dibuat kembali berbeda dengan termoset susah dibuat kembali. Contoh *polypropylene*, *polyethylene*, *polyamida*.

2. Termosetting

Termoset adalah bahan yang susah untuk menjadi lunak kembali jika dipanaskan karena harus membutuhkan temperatur yang sangat tinggi untuk melunakan bahan tersebut. Hal ini disebabkan karena partikel-partikel telah mengalami ikatan silang (*cross linking*) sehingga menyebabkan bahan tersebut susah atau bahkan tidak bisa diolah kembali. Contohnya yaitu resin *epoksi*, *poliester*, *urea formadehyde*, *melamine formaldehyde* dan lainnya.

Polyester adalah jenis resin *thermoset*. Sifat resin *polyester* adalah lembek. Dengan sifat termalnya banyak mengandung *mononerstiren*, maka suhu deformasi thermal lebih rendah dari pada resin *thermoset* lainnya dan ketahanan panas jangka panjang +/- 110 – 140⁰ C. Polyester

ini juga mempunyai ketahanan dingin dan sifat listrik yang lebih baik diantara jenis resin *thermoset* lainnya (Wicaksono, 2006).

Sifat listriknya lebih baik diantara resin *thermoset*, tetapi diperlukan penghilangan kelembaban yang cukup pada saat pencampuran dengan *glass*. Mengenai ketahanan kimianya, pada umumnya kuat terhadap asam. Bila dimasukkan kedalam air mendidih untuk waktu yang lama (300 jam), bahan akan pecah dan retak. Bahan ini mudah mengembang dalam pelarut, yang melarutkan polimer stiren. Kemampuan terhadap cuaca sangat baik, tahan terhadap kelembaban dan sinar U.V bila dibiarkan diluar ruangan. Polyester adalah jenis resin yang sering dimanfaatkan untuk bahan matrik pada Fiber Glass terhadap pembuatan badan kapal, mobil, tandon air dan sebagainya (Surdia T. 1989). Pengesatan thermal digunakan *Benzoil peroksida* (BPO) sebagai katalis. Temperatur optimal adalah 135°C - 155°C, namun kebanyakan pengesatan dingin yang digunakan. (Surdia T, 1989).

Tabel 2.1 Spesifikasi Resin Jenis *Polyester*

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	-	1,215	25 ⁰ C
Kekerasan	—	40	Barcol/GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	°C	70	
Penyerapan air	%	0,188	24 jam
(suhu ruang)	%	0,466	7 hari
Kekuatan Fleksural	kg/mm ²	9,4	—
Modulus Fleksural	kg/mm ²	300	—
Daya Rentang	kg/mm ²	5,5	—
Modulus Rentang	kg/mm ²	300	—
Elongasi	%	1,6	—

Untuk resin yang digunakan dalam proses pembuatan komposit yaitu resin jenis *polyester*, karena mempunyai ketahanan kimia yang baik, pada umumnya kuat terhadap asam dan tahan terhadap panas yang cukup baik

2.2.5 Katalis

Bahan tambahan pada pembuatan material komposit adalah katalis (*hardener*). Katalis memiliki fungsi mengeraskan matriks dalam komposit. Jika terlalu banyak dalam penggunaan katalis yang digunakan terhadap matrik maka menyebabkan proses laju pengerasan cepat dan pencampuran katalis yang berlebihan akan menimbulkan getas pada material komposit. Oleh sebab itu pemakaian katalis terhadap komposit sebaiknya tidak melebihi 1% dari volume resin.

Penggunaan katalis dalam proses pembuatan komposit yaitu jenis *Metyl Etyl Keton Peroksida (MEKPO)* merupakan senyawa senyawa polimer dengan bentuk cair, berwarna bening.

2.2.6 Serat Batang Pisang

Serat batang pisang merupakan jenis serat yang mempunyai kualitas bagus dan salah satu bahan alternatif pengganti serat sintetis yang dapat digunakan sebagai pengisi pada suatu material komposit. Batang pisang yang sudah tidak terpakai dapat dimanfaatkan seratnya dalam proses pembuat suatu komposit berpenguat serat alam.

Rahman (2006) dalam penelitiannya menyebutkan perbandingan berat diantara batang, daun serta buah sebesar 63%, 14% dan 23%. pohon pisang mempunyai berat jenis $0,29 \text{ g/cm}^3$ dengan panjang serat 4,20-5,46 mm serta mempunyai kandungan lignin 33,51%

Batang pisang adalah unsur terpenting dalam tanaman pohon pisang dengan susunan batang yang berbeda diantara tanaman lainnya, karena merupakan batang palsu yang terdiri atas batang-batang yang tertutup dan berdempetan. Serat yang diperoleh pada batang pisang yaitu serat yang bagus. batang pisang juga mempunyai jaringan seluler dengan pori-pori yang saling berhubungan antara satu dengan lainnya dan apabila telah dikeringkan akan menjadi padat sehingga menjadikannya bahan dengan mempunyai daya serap yang baik. Selain itu serat batang pisang juga mempunyai kelebihan antara lain mempunyai daya simpan yang bagus sehingga baik untuk dimanfaatkan (Indrawati, 2009). Nilai morfologi dan kimia yang telah didapat dari Laboratorium Balai Besar Pulp dan Kertas yaitu panjang serat rata-rata 2,82 mm dan diameter serat rata-rata 22,45 μm , tebal dinding serat rata-rata 6,24 μm , densitas 1,35 gr/cm^3 , kandungan selulosa 78,14% serta kandungan lignin 14,12% (Syafurudin, 2004).

Pohon pisang juga sering dimanfaatkan masyarakat sekarang ini terutama bagian yang banyak mengandung serat dalam proses pembuatan material komposit. Serat pohon pisang juga memiliki kualitas yang baik (Lisnawati, 2000), maka pohon pisang dapat digunakan sebagai bahan alternatif dalam pembuatan material komposit. Dalam penelitian ini dengan adanya perlakuan alkali terhadap serat batang pisang mampu diharapkan memiliki pengaruh yang baik terhadap material komposit yang akan dihasilkan. Limbah pohon pisang adalah bahan alternatif yang mudah didapatkan sehingga cocok dibuat menjadi penelitian komposit.

Serat batang pisang juga memiliki sifat mekanik sangat baik. Sifat mekanik dari serat batang pisang yaitu memiliki densitas $1,35 \text{ g/cm}^3$, kandungan selulosanya 63-64%, hemiselulosa 20%, kandungan lignin 5%, kekuatan tarik rata-rata 600 Mpa, modulus tarik rata-rata 17,85 Gpa dan pertambahan panjang 3,36% (Lokantara, 2007). Diameter serat batang pisang yaitu $5,8 \mu\text{m}$, sedangkan panjang seratnya sekitar 30,92-40,92 cm (Nopriantina & Astuti, 2013).

Menurut Skrekala, dkk (1997) pemberian larutan kimia basa pada bahan *berlignoselulosa* dapat merubah struktur kimia dan fisik permukaan serat. Maksud dari penelitian ini yaitu agar mengetahui sifat mekanik material komposit berpenguat serat batang pisang dengan menggunakan resin polyester.

2.3 Metode Pembuatan Komposit

Pada umumnya metode pembuatan material komposit memiliki dua cara, antara lain (Anonim, 2002):

1. Proses Cetakan Terbuka

Dalam metode cetakan terbuka memiliki 5 cara proses pembuatan material komposit, antara lain:

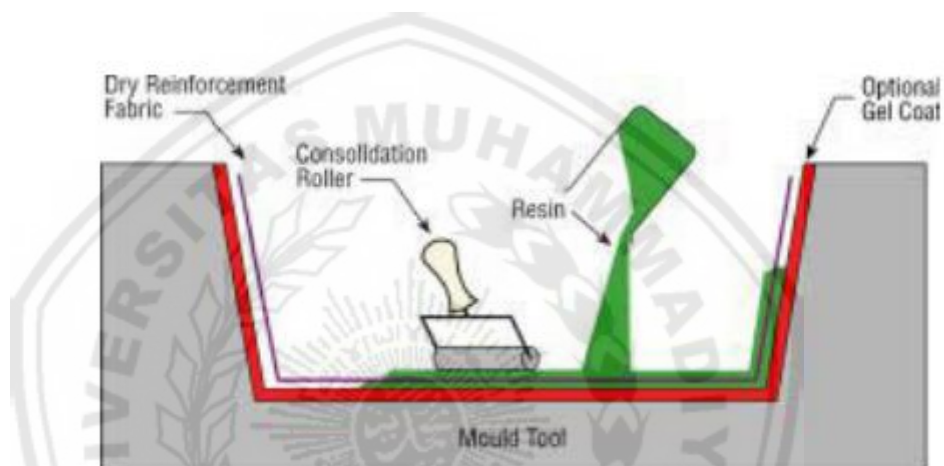
a. *Hand Lay Up*

Hand lay up merupakan cara yang paling mudah. Adapun proses dari pembuatan komposit dengan metode ini yaitu menuangkan resin dengan ke dalam serat dengan bentuk seperti rajutan, setelah itu memberikan tekanan dan meratakan menggunakan rol. Proses ini

dilakukan secara berulang kali sampai dengan ketebalan yang dibutuhkan terpenuhi.

Keuntungan dalam metode tersebut antara lain:

1. Tidak sulit untuk dikerjakan.
2. Baik digunakan dalam komponen besar.
3. Volumennya yang kecil.



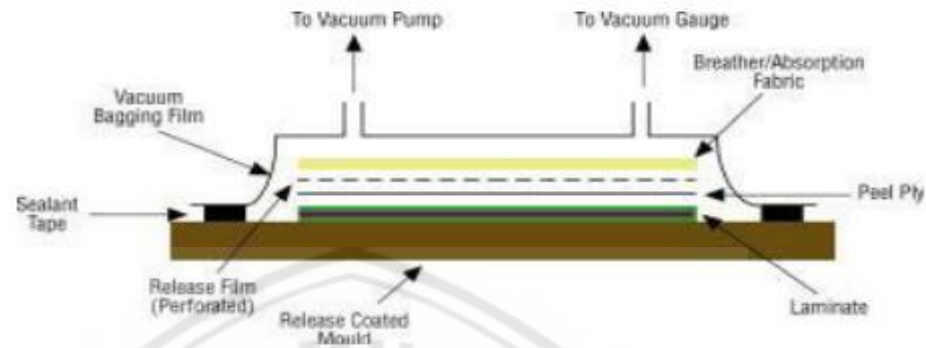
Gambar 2.7 Metode *Hand Lay Up* (Sumber: Anonim,2002)

Pengaplikasian dalam proses pembuatan komposit dengan metode *hand lay up* yaitu bumper mobil, bak mandi dan interior mobil.

b. *Vacuum Bag*

Metode *vacuum bag* adalah penyempurnaan dari metode *hand lay up*. Metode *vacum bag* bertujuan agar menghilangkan udara yang tertinggal. Dalam metode penggunaan pompa *vacuum* untuk menghisap udara yang berada didalam wadah. Dengan divakumkan udara pada wadah mengakibatkan udara yang berada diluar akan menekan ke arah dalam. Sehingga mengakibatkan udara yang tertinggal didalam spesimen komposit dapat diminimalisir.

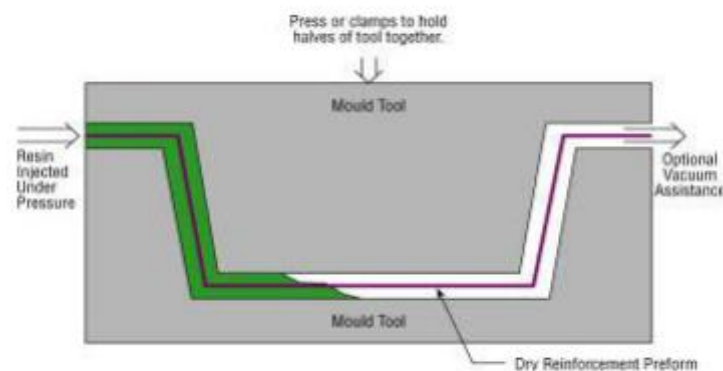
Jika dibandingkan dengan metode *hand lay up*, metode ini dapat memberikan reaksi adhesi yang lebih baik antara serat dan matrik. Aplikasi dari metode ini yaitu pembuatan kapal besar dan lain-lain.



Gambar 2.8 Metode *Vacuum Bag* (Sumber: Anonim,2002)

c. *Pressure Bag*

Pressure bag mempunyai kemiripan dengan metode *vacuum bag*, akan tetapi metode ini tidak menggunakan pompa vakum lebih tepatnya menggunakan udara yang dialirkan melewati wadah elastis. Wadah elastis ini yang akan berhubungan langsung terhadap material komposit yang akan dilakukan pemrosesan. Pada umumnya tekanan yang digunakan dalam pada proses tersebut yaitu sebesar 30 psi hingga 50 psi. Pengaplikasian metode ini yaitu pembuatan tangki, turbin angin dan lain-lain.



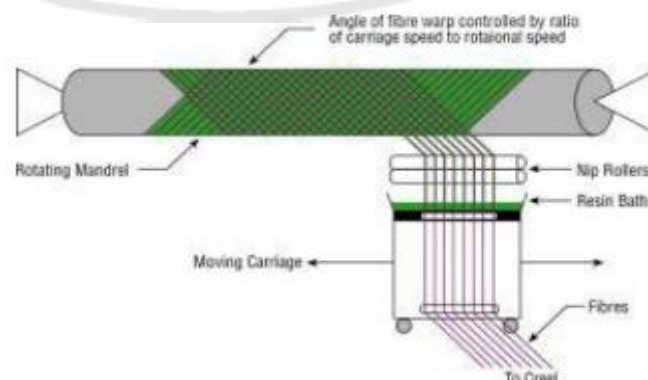
Gambar 2.9 Metode *Pressure Bag* (Sumber: Anonim,2002)

d. *Spray-Up*

Spray-Up adalah salah satu cara dengan cetakan terbuka yang digunakan agar mendapatkan hasil yang kompleks dari metode *hand lay up*. Proses *spray-up* digunakan dengan cara menyemprotkan serat yang dialirkan melalui tempat pemotongan. Sementara itu resin yang sudah tercampur bersama katalis disemprotkan ke dalam cetakan yang telah disediakan. kemudian proses dilanjutkan dengan menunggu bahan mengeras pada suhu normal. Proses tersebut juga membuat struktur kekuatan yang rendah dan pada umumnya tidak termasuk ke dalam hasil akhir. Pengaplikasian dalam metode tersebut yaitu pembuatan bak mandi.

e. *Filament Winding*

Serat jenis *roving* dialirkan melewati cetakan yang terisi matrik, setelah itu serat diputar di daerah sekeliling mandrel yang sedang berputar dua arah. Proses tersebut dilakukan secara berulang kali agar mendapatkan hasil yang dibutuhkan. Pengaplikasian dalam metode ini yaitu pipa silinder.



Gambar 2.10 Metode *Filament Winding* (Sumber: Anonim,2002)

2. Proses Cetakan Tertutup

a. Proses Cetakan Tekan

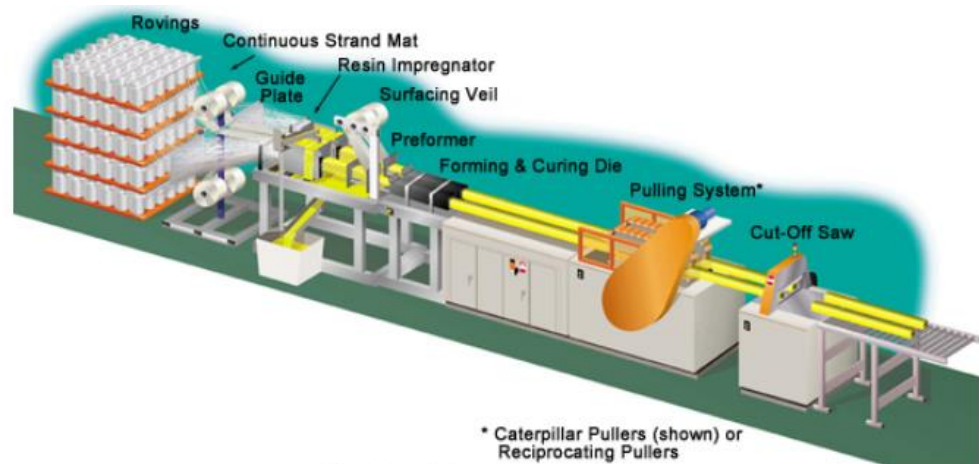
Proses cetakan ini memakai sistem hidrolik sebagai penekan. *Fiber* yang telah dipadukan bersama matrik akan dimasukkan ke dalam rongga cetakan, setelah itu dilakukan penekanan dan pemanasan. Pengaplikasian dari metode ini yaitu alat rumah tangga.

b. *Injection Moulding*

Metode ini sering disebut pelapisan bertekanan tinggi. serat dan matriks dimasukkan kedalam rongga cetakan bagian atas, suhu temperatur harus dijaga agar dapat mencairkan matrik. Serat dan matrik akan dialirkan ke bagian bawah, setelah itu diinjeksi pada nozel menuju cetakan.

c. *Continuous Pultrusion*

Serat tipe seperti *single strand* dialirkan melewati cetakan yang berisikan resin, kemudian dimasukkan ke dalam cetakan dan diawetkan (cure), setelah itu dilakukan pengerolan sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan. Proses ini sering dinamakan sebagai penarikan serat dari suatu jaringan melalui bak resin, setelah itu dialirkan terhadap cetakan yang telah dipanaskan. Fungsi dari cetakan itu sendiri adalah mengatur kandungan resin, memenuhi pengisian serat, dan mengeringkan bahan menjadi bentuk akhir setelah melewati cetakan.



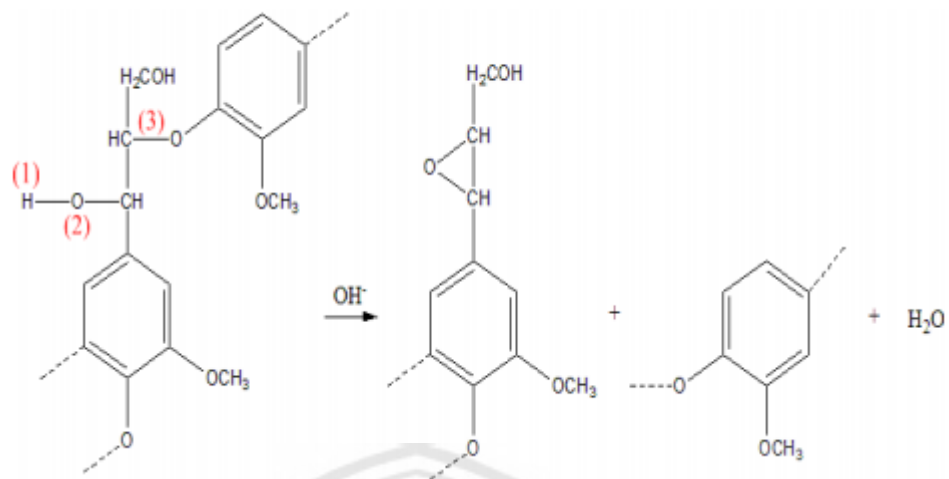
Gambar 2.11 Metode *Continuous Pultrusion* (Sumber: Anonim,2002)

Dalam penelitian yang akan saya lakukan,yaitu dengan metode *Hand Lay Up* dengan cairan resin yang telah diberikan katalis dan kemudian meletakkan diatas penguat (fibre) yang telah diletakkan pada cetakan. Metode *Hand Lay-Up* juga dipilih karena sesuai untuk pembuatan komposit dengan dimensi standart benda uji.

2.4 Perlakuan Alkalisasi

Alkalisasi atau yang biasa disebut perendaman larutan kimia pada serat alam merupakan salah satu cara yang sering digunakan dengan maksud untuk melepaskan kandungan lignin pada serat agar mendapatkan serat dengan kualitas yang baik. Dengan menghilangnya hemiselulosa dan lignin, *wettability* serat pada matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan ikatan antara serat dan matrik akan bertambah.

Perlakuan alkalisasi dilakukan dengan merendam serat kedalam larutan kimia basa. Pada proses alkalisasi ini,lignin yang terdapat pada permukaan serat akan bereaksi dengan larutan kimia basa NaOH. Proses alkalisasi yang terjadi pada serat sebagai berikut.



Gambar 2.12 Proses Alkalisasi terhadap Serat

Pada proses alkalisasi, lignin bereaksi dengan larutan NaOH terpisah menjadi Na^+ dan OH^- . Ion OH^- bereaksi dengan gugus H terhadap gugus lignin untuk membentuk senyawa H_2O . Hal ini menyebabkan gugus O membentuk gugus yang reaktif dengan C membentuk cincin epoksi (C-O-C). Sehingga menyebabkan gugus lainnya melepaskan ikatan pada gugus O dan menghasilkan dua cincin benzene yang terpisah, dimana masing-masing cincin memiliki gugus O yang reaktif. Gugus O yang reaktif akan bereaksi dengan Na^+ dan ikut terlarut dalam larutan kima basa sehingga lignin akan hilang apabila dibilas dengan air bersih.

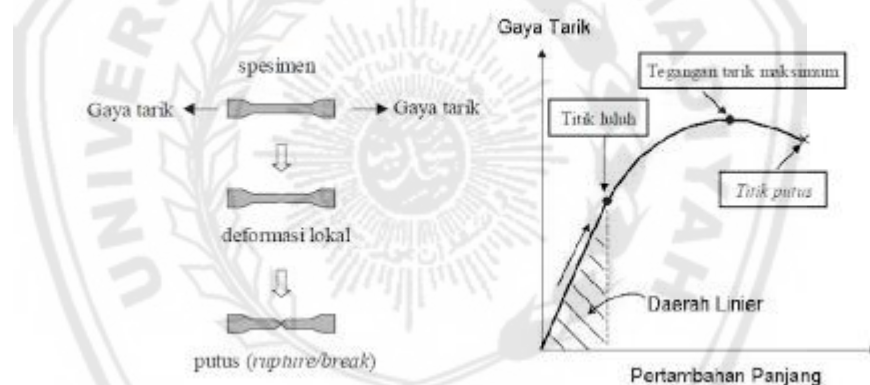
Natrium Hidroksida (NaOH) dikenal sebagai soda kaustik basa. NaOH merupakan larutan kimia basa murni yang berwarna. NaOH memiliki sifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbondioksida dari udara bebas disekitar permukaan serat.

Menurut Achmadi (1990). NaOH adalah zat terlarut yang baik jika dibandingkan dengan larutan lainnya seperti larutan LiOH dan larutan

KOH. Pemberian larutan basa terhadap serat ber-*lignoselulosa* biasanya dapat mengubah struktur kimia dan fisik pada permukaan serat.

2.5 Pengujian Tarik Komposit

Pengujian tarik adalah suatu metode pengujian tegangan-regangan dengan tujuan untuk mengetahui sifat mekanis suatu bahan terhadap gaya tarik. Dengan pengujian tarik kita dapat mengetahui sifat mekanis dari suatu material terhadap gaya tarik yang diberikan dan untuk mengetahui suatu bahan mengalami pertambahan panjang. Jika kita menarik terus menerus sebuah bahan sampai putus, maka kita akan mendapatkan profil tarikan kurva sebagai berikut (Daniel Andri Porwanto, 2009).



Gambar 2.13 Kurva Tegangan-Regangan

Kurva gambar 2.13 menunjukkan bahwa hubungan antara gaya tarikan dengan regangan. Dalam gambar tersebut merupakan kekuatan maksimal suatu material untuk menahan beban yang diberikan. Kekuatan ini sering disebut dengan *ultimate tensile strength* atau disingkat dengan UTS. Pada suatu material, untuk awal mula pengujian tarik hubungan antara beban yang diberikan terhadap suatu bahan berbanding lurus dengan regangan suatu material. Pada daerah linier pada umumnya pertambahan

regangan berlaku aturan hukum Hooke yaitu tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) memiliki nilai konstan.

Hukum Hooke dan elastisitas merupakan dua hal yang saling berhubungan, dimana elastis dijelaskan bahwa jika suatu bahan ditarik dengan panjang batas tertentu, maka suatu bahan tersebut akan kembali ke bentuk seperti semula dan apabila suatu bahan ditarik secara terus menerus, maka suatu bahan tersebut tidak akan kembali seperti bentuk semula. Dari sini kita dapat menyimpulkan bahwa elastisitas merupakan kemampuan suatu bahan untuk dapat kembali ke bentuk seperti semula setelah suatu bahan tersebut mengalami gaya tarikan. Sedangkan hukum hooke merupakan hubungan antara beban atau gaya yang telah diberikan pada suatu bahan yang elastis. Pendapat ini diperkenalkan oleh Robert Hooke yang dimana aturan hooke dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

Rumus Tegangan (σ).....(1)

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan:

σ = Tegangan (N/mm²)

F = beban (Newton)

A = Luas penampang (mm²)

Rumus Regangan (ε).....(2)

$$\varepsilon = \frac{Lu - Lo}{Lo} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Regangan (%)

L_u = Panjang mula-mula (mm)

L_o = Pertambahan panjang (mm)

Rumus Modulus elastisitas (E).....(3)

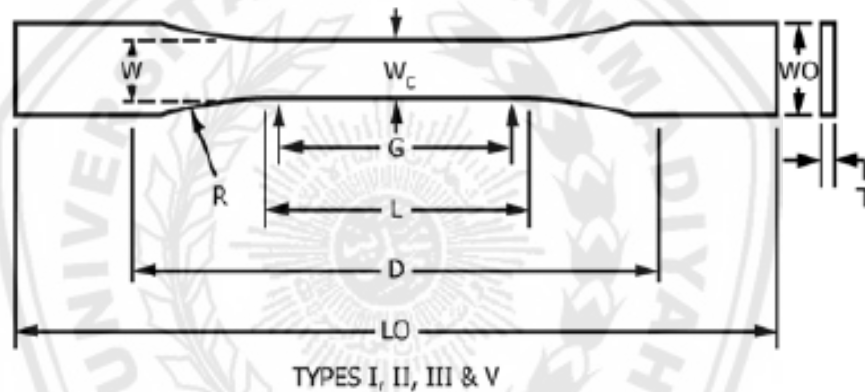
$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Keterangan:

E = Modulus elastisitas (N/mm²)

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

ε = Regangan (%)



Gambar 2.14 Standart Bentuk Spesimen (ASTM D 638-14)

Tabel 2.2 Ukuran Spesimen Bahan (ASTM D 638-14)

W (Width of narrow section)	13 mm
L (length of narrow section)	57 mm
WO (width overall min)	19 mm
LO (length overall min)	165 mm
G (gage length)	50 mm